



(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 1677/97

(51) Int.C1.⁶ : H05B 3/12

(22) Anmeldetag: 3.10.1997

F42C 19/12, B60R 21/26, H01C 17/065
F42C 11/00

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 1.1999

(45) Ausgabetag: 27. 9.1999

(56) Entgegenhaltungen:

DE 2020016

(73) Patentinhaber:

SCHAFFLER & CO GES.M.B.H.
A-1150 WIEN (AT).

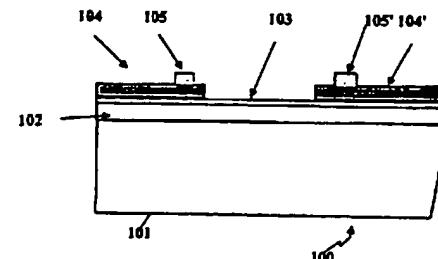
(72) Erfinder:

SMETANA WALTER DIPL.ING. DR.
WIEN (AT).
OCHSENHOFER KARL ING.
WIEN (AT).

(54) HEIZELEMENT UND VERFAHREN ZU DESSEN HERSTELLUNG

(57) Zur Herstellung eines Heizelements mit hoher Aufheizrate mit vorgegebenem Widerstandswert für das Zünden von Airbagsystemen wird ein Grundkörper aus Aluminium-oxidkeramik mit einer Glas- oder Glaskeramikbeschichtung versehen, auf deren Oberfläche, die bei Bedarf geläppt und poliert wird, im Siebdruckverfahren großflächig eine Schicht von AuPd-Resinat aufgebracht und anschließend ätztechnisch zu einer Widerstandsbahn, die bereichsweise Einschnürungen aufweist, strukturiert wird, wobei die Enden der Widerstandsbahn sodann im Siebdruckverfahren mit einer AgPd-Dickschichtleiterpaste, deren Pd-Gehalt für den angestrebten Widerstandswert maßgeblich ist, kontaktiert werden.

Nach dem Trocknen und Brennen der Dickschichtleiterpaste wird der so beschichtete Grundkörper einer Wärmebehandlung im Bereich von 850-950°C solange unterzogen, bis das Palladium in der Widerstandsschicht gleichmäßig verteilt ist und sich ein stabiler Widerstandswert einstellt. Danach werden an den der Widerstandsbahn zugewandten Rändern der AgPd-Kontakte Löstopdämme in Form von Glasstegen aufgebracht, um bei einem nachfolgenden Lötprozess die Gefahr des Ablegierens der Widerstandsbahn zu verringern.



B
591 405 AT

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung eines Heizelements mit vorgegebenem Widerstandswert, das sich durch eine hohe Aufheizrate auszeichnet, wie es zum Beispiel zum Zünden von Treibsätzen für Airbagsysteme benötigt wird. Derzeit werden solche Heizelemente mit Widerstandsdrähten hergestellt, wobei deren Durchmesser im Hinblick auf Erzielung einer hohen Aufheizrate sehr gering gewählt werden muß (etwa 10µm). Bei einer vorgegebenen Drahtlänge kann für einen bestimmten Widerstandsdräht der Widerstandswert nur über den Drahtquerschnitt variiert werden. Soll ein breites Widerstandswertespektrum abgedeckt werden, so stößt man sehr bald an die technischen Grenzen im Hinblick auf Aufheizrate, Handhabbarkeit und Montagemöglichkeit des Drahtes.

Aus der US 3,998,980 A ist ein Dickschichtwiderstand als Pixelelement mit vorgegebenem Widerstandswert für Thermo druckeranwendungen bekannt, der in mehreren Drucklagen auf ein mit einem kristallisierendem Glas als Wärmebarriere beschichteten Keramiksubstrat aufgebracht wird, wobei die Dicke des Widerstands im Bereich von 12,5µm bis 254µm liegt. Als Widerstandsmaterial wird ein Wismuthruthenat-Pastensystem verwendet. Um die für ein Druckerelement erforderliche plane Widerstandsoberfläche zu erhalten, wird der Widerstand geläppt, wobei der Läppprozeß nach jeder Drucklage oder aber auch als letzter Verfahrensschritt angewandt werden kann. Der Läppprozeß dient auch zum Einstellen des Widerstandswertes und des Widerstandstemperaturkoeffizienten. Ein nachfolgender Temperprozeß soll dazu beitragen, die Ausbildung von Mikrorissen in der Widerstandsschicht zu vermeiden, die im Zuge der Alterung zu einer Widerstandserhöhung führen könnte. Nachteilig bei dieser Ausführungsform eines Heizelementes ist es, daß der Widerstand als Dickschichtbauelement und nicht als Dünn schichtstruktur ausgeführt ist, wodurch aufgrund dessen Wärmekapazität eine bestimmte Aufheizrate nicht unterschritten werden kann.

Aus der EP 0 471 138 A2 ist ein Verfahren zur Herstellung eines elektrischen Meßwiderstands mit einem vorgegebenen Temperaturkoeffizienten bekannt, bei dem ein Aluminiumoxid-Keramiksubstrat mit einem Platin-Dünnfilm versehen wird, auf den anschließend im Siebdruckverfahren eine Schicht aus einem Präparat, das Platin- und Rhodiumresinat enthält aufgebracht wird, wobei dessen Rhodiumgehalt für den angestrebten Temperaturkoeffizienten maßgeblich ist. Der beschichtete Träger wird einer Wärmebehandlung im Bereich von 1000 bis 1400°C so lange unterzogen, bis sich das Rhodium in der sich bildenden Widerstandsschicht gleichmäßig verteilt hat. Der Rhodiumgehalt der Schicht liegt im Bereich von 0,1% bis 12% bezogen auf den Gehalt von Platin und Rhodium. Durch Variation des Rhodiumgehalts der Widerstandsschicht läßt sich der Temperaturkoeffizient von Meßwiderständen auf der Basis von Platinlegierungen im Bereich von 1600 bis 3850 ppm/K exakt einstellen. Dieses Verfahren ist nicht darauf ausgerichtet, den spezifischen Flächenwiderstand der Widerstandsschicht exakt einzustellen.

In der WO 96/01983 A1 ist ein Verfahren zur Herstellung eines Sensors zum Erfassen von Temperatur und /oder Strömung beschrieben, wobei der Sensor von einer strukturierten Widerstandsschicht auf einem Träger gebildet wird. Diese ist eine Platin-Rhodiumschicht, die aus einer getemperten Platinresinat/Rhodiumresinat-Mischung besteht. So kann beispielsweise durch eine Mischung von 99% Platinresinat-paste und 1% Rhodiumpaste eine Platin-Rhodiumwiderstandsschicht mit einem Temperaturkoeffizienten von 3500 ppm/°C realisiert werden. Auch dieses Verfahren ist nicht darauf ausgerichtet, den spezifischen Flächenwiderstand der Widerstandsschicht exakt einzustellen.

Aus der EP 0 576 017 A2 ist ein Verfahren zur Herstellung eines Tintenstrahldruckkopfes bekannt, wobei eine Dünnfilmschicht ein Heizelement bildet, das in einer Zeitspanne von einigen Mikrosekunden auf eine Temperatur von 300°C erhitzt und sodann wieder auf Raumtemperatur abgekühlt wird. Die Kontaktflächen für die Dünnfilmheizelemente werden mit Au- oder Pt-Resinatpasten, hergestellt. Diese Kontaktflächen sind nicht lösbar. Der Dünnfilm wird von einer Resinatpaste gebildet, die beispielsweise Metallegierungen wie WNi, ZrCr, TaI_x oder ZrNi enthält. Das Schwergewicht wird auf die Kompatibilität mit der Tinte gelegt, wogegen Möglichkeiten der Variation des spezifischen Flächenwiderstands außer acht gelassen werden.

Aus der DE-OS-2 020 016 ist ein Metallschichtzündmittel bekannt, das auf einem Isolierkörper aus Glas oder Keramik aufgebaut wird. Auf diesem werden im Siebdruckverfahren zwei Kontaktierungsflächen beispielsweise mit Palladium-Palladiumsilber-, Palladium-Gold-, Platin-Silber-, Nickel- oder Silber-Aluminium-Dickschichtleiterpaste aufgebracht, die einem Sinterprozeß bei einer Temperatur zwischen 1000°C und 1100°C unterworfen werden. Anschließend wird eine Tantal- oder Tantalnitridschicht aufgedampft, die in einem photolithographischen Verfahren zu einer Zündbrücke strukturiert wird, wobei diese die Randzonen der beiden Kontaktflächen überlappt. Die Länge und Breite der Zündbrücke variieren vorzugsweise zwischen 50 und 100µm und die Dicke zwischen 0,2µm und 1,5µm. Als Nachteil bei diesem Verfahren ist der hohe technologische Aufwand, der durch den Einsatz von zwei unterschiedlichen Technologien, nämlich der Dickschichttechnik (Siebdruckverfahren) und der Dünn schichttechnik (Aufdampftechnik) gegeben ist, zu nennen. Weiters ist der photolithographische Prozeß zur Strukturierung der Zündbrücke nicht problemlos

anzuwenden, da die aufgebrachten Dickschichtkontakteflächen die Planität der Oberfläche beeinträchtigt. Aufgrund dieser Unebenheiten kann es beim Kontaktkopierverfahren zu Unterstrahlungen kommen, was nachteilige Auswirkungen auf die Strukturwiedergabebreite des Zündbrückenelements hat.

Für Zündelemente von Treibsätzen für Airbagsysteme ist aufgrund der Vorgaben für den Einbau in

5 Gehäuse die Länge des Heizelements vorgegeben. Eine Erhöhung des Widerstandswertes der Widerstandsbahn ist bei vorgegebener Schichtdicke daher nur über eine Reduktion der Bahnbreite möglich. Der Verringerung der Bahnbreite sind dadurch Grenzen gesetzt, daß für ein zuverlässiges Zünden des Treibsatzes eine Mindestwiderstandsfläche für die Wärmeübertragung nicht unterschritten werden darf.

10 Aufgabe der Erfindung ist es ein Verfahren für die Herstellung eines Heizelements anzugeben, nach dem eine AuPd-Resinatwiderstandsschicht vorgegebener Schichtstärke durch Dotierung mit PdAtomen so behandelt wird, daß ein Schichtwiderstand mit gewünschtem spezifischem Flächenwiderstand im Bereich von 300mΩ bis ca. 3Ω einstellbar ist. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

15 In einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird als Träger eine Aluminiumoxidkeramik verwendet; es ist auch möglich, einen Träger aus einem Stahlsubstrat zu verwenden. Als thermisch bzw. auch als elektrisch isolierende Zwischenschicht wird auf die genannten Träger eine Glas- oder Glaskeramikbeschichtung aufgebracht, wobei letztere aus SiO₂, BaO, Al₂O₃ und einer anorganischen Farbstoffverbindung besteht, wie beispielsweise als Pastensystem unter der Bezeichnung IP 211 bzw. als ungebrannte Keramikfolie unter der Bezeichnung HERATAPE T5 oder T211 bei der W.C. Heraeus GmbH, Hanau, erhältlich. Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß im Hinblick auf eine gleichmäßige Schichtherstellung und reproduzierbare naßchemische Strukturierung der Resinatwiderstandsschicht die Glas- oder Glaskeramikbeschichtung, die als Wärmebarriere auf das Keramik- oder Stahlsubstrat aufgebracht wird, gegebenenfalls geläppt und poliert werden muß. Die getrocknete und gesinterte Glas- oder Glaskeramikschicht wird in diesem Fall daher so lange geläppt und poliert, bis eine spiegelnde Oberfläche erzielt wird.

20 25 Die AuPd-Dünnfilmwiderstandsbeschichtung wird sodann im Siebdruckverfahren auf den Träger aufgebracht. Das aufzubringende Präparat ist vorzugsweise ein Resinatsystem, bestehend aus 22Masse% Au und 1Masse% Pd, die in einer Lösung von Kunstharz und organischen Bindemitteln verteilt sind, und das unter der Bezeichnung RP 26001/59 bei der W.C. Heraeus GmbH, Hanau erhältlich ist. Nach Auftragen der Resinatschicht im Siebdruckverfahren wird diese bei einer Temperatur im Bereich von 100 bis 150°C getrocknet und anschließend bei einer Temperatur im Bereich zwischen 850 und 900°C gebrannt, wobei die organischen Lösungsmittel verdampfen bzw. verbrennen. Die nach diesem Verfahren hergestellte Schicht weist eine Dicke im Bereich von 0,1 bis 1,5µm auf. In einem anschließenden Verfahrensschritt wird die Widerstandsschicht beispielsweise durch naßchemische Ätzverfahren oder Sputterätzen in Form eines Streifens, die eine Bahnverengung aufweist, strukturiert. Es liegt hiebei der Erfindung die Erkenntnis zugrunde, daß entsprechend Anordnung und Ausdehnung der Bahnverengung, die Temperaturverteilung auf der Widerstandsbahn dahingehend gezielt verändert werden kann, daß die Spitzentemperatur sich an gewünschten Stellen und Bereichen der Widerstandsbahn einstellt. An beiden Enden des Schichtwiderstands sind Kontaktfelder für die äußeren Anschlüsse vorgesehen. Die Kontaktfelder werden ebenfalls im Siebdruckverfahren aufgebracht, wobei hiefür AgPd-Leiterpasten mit unterschiedlichen Pd-Anteil verwendet werden (Ag:Pd-Verhältnis zwischen 1,7 :1 und 26:1). Es sind dies beispielsweise AgPd-Leiterpasten der Serie C1200 der W.C. Heraeus GmbH, Hanau. Über die AgPd-Kontaktierung erfolgt die Dotierung der Widerstandsbahn mit Pd. Es liegt hiebei der Erfindung die Erkenntnis zugrunde, daß der Widerstandswert einer Widerstandsbahn, aufgebaut mit einer AuPd-Resinatschicht durch Kontaktieren mit einer AgPd-Dickschichtleitermetallisierung mit unterschiedlichem Pd-Anteil gezielt modifiziert werden kann. In Abhängigkeit vom Palladium-Anteil in der AgPd-Leiterpaste kann nach einem Temperprozeß der spezifische Flächenwiderstand der Widerstandsbahn für eine Widerstandslänge 1 mm im Bereich von 310mΩm bis 3Ωm eingestellt werden: es wird lediglich der Palladiumanteil der AuPd-Legierung des Dünnfilmwiderstands ohne Änderung der Schichtdicke variiert. Es ist aus technologischen Gründen nicht möglich, eine AuPd-Resinatpaste in ihrer Grundzusammensetzung bereits mit höherem Pd-Anteil herzustellen.

30 35 40 45 50 55 Die Erfindung schafft weiters ein Verfahren zum Herstellen eines Heizelements mit hoher Aufheizrate mit einem Grundkörper, einer thermischen Isolationslage und einer strukturierten Widerstandsschicht mit Kontaktierungen, die auf der Isolationslage angeordnet sind, gelöst durch folgende Verfahrensschritte:

- Drucken einer Glas- oder Glaskeramikpaste (Sintertemperatur: 850 °C bis 1100 °C) mittels Siebdruckverfahrens zur Realisierung einer thermischen Isolationslage auf einem Aluminiumoxid- oder Stahlsubstrat;
- Trocknen der aufgedruckten Paste (bei ca. 150 °C);
- Sintern der Paste;

- Wiederholen der genannten Prozeßschritte auf dem gleichen Trägerkörper bis die gewünschte Gesamtschichtdicke erreicht ist;
- Bei Bedarf (zu hohe Oberflächenrauhigkeit) Läppen und Polieren der gesinterten Glas- oder Glaskeramikbeschichtung bis eine spiegelnde Oberfläche erreicht ist;
- 5 ▪ Tempern des Substrats mit der geläppten und polierten Glas- oder Glaskeramikbeschichtung, um mechanische Spannungen abzubauen, die zu Mikrorissen führen könnten;
- Drucken der Resinatpaste mittels Siebdruckverfahrens auf die Glas- oder Glaskeramikbeschichtung;
- Trocknen der aufgedruckten Paste (bei zwischen 80 °C und 150 °C); Sintern der Paste (850 °C);
- 10 ▪ Strukturieren der Widerstandsbahnen durch naßätztechnische Verfahren oder Sputterätzen;
- Drucken der Pd-hältigen Dickschichtleiterpasten zur Kontaktierung der Resinatwiderstandsbahnen mittels Siebdruckverfahrens auf die geläppten und polierten Glas- bzw. Glaskeramikbeschichtung;
- Trocknen der aufgedruckten Paste (bei ca. 150 °C);
- Sintern der Paste (zwischen 850 °C und 950 °C);

Eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert.

15 Fig. 1 zeigt eine Schnittdarstellung von einem Heizelement mit hoher Aufheizrate gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Das Heizelement (100) umfaßt ein Substrat (101), das mit einer geläppten und polierten Glas- oder Glaskeramikbeschichtung (102) versehen sein kann, auf der eine Resinat-Widerstandsbahn (103) angeordnet ist, die mit einer Dickschichtleiterbahnmattalisierung (104, 104') mit aufsitzendem Lötstopdamm (105, 105') kontaktiert wird. Das Substrat (101) ist in einer Ausführungsform eine Aluminiumoxidkeramik mit einer Reinheit von 96 - 99%, wobei der Rest aus anderen Oxiden besteht. Auf das Substrat wird eine Glas- oder Glaskeramikbeschichtung (102) mit handelsüblichen Pastensystemen der Firmen HERAEUS oder ESL im Siebdruckverfahren aufgebracht. Es werden vorzugsweise Pasten verwendet, die bei einer Temperatur 20 850 °C gesintert werden können. Durch einen nachfolgenden Läpp- und Polievorgang wird bei Bedarf die Oberflächenrauhigkeit R_a der Beschichtung von >0,6µm auf <0,1µm reduziert, um auf ihr die Widerstandsbahn (103) porenfrei und in einheitlicher Schichtdicke aufbauen zu können. Mit dieser Glas- oder Glaskeramikbeschichtung wird für das Heizelement eine Wärmebarriere aufgebaut, wobei folgende Prozeßschritte 25 angewendet werden.

- 30 ▪ Drucken der Glas oder Glaskeramikpaste mittels eines Siebdruckverfahrens auf ein Aluminiumoxidkeramiksubstrat mit einer Schichtdicke von etwa 80µm.
- Trocknen der aufgedruckten Paste bei 150 °C über eine Zeitdauer von ca. 10 Minuten.
- Sintern der getrockneten Paste in einem Durchlaufofen bei einer Temperatur von 850 °C, wodurch sich eine Schichtdicke der Glas- oder Glaskeramikbeschichtung nach dem ersten Brennzyklus von 35 15µm ergibt.
- Wiederholen der ersten drei Prozeßschritte auf dem gleichen Substrat, bis eine Gesamtschichtdicke von ca. 45µm erzielt wird. Dies erfordert etwa drei Prozeßdurchläufe.
- Bei Bedarf Läppen und Polieren der Glas- oder Glaskeramikbeschichtung bis eine Oberflächenrauhigkeit <0,1µm erzielt wird.
- 40 ▪ Tempern des Substrats bei einer hohen Temperatur, vorzugsweise bei 850 °C über eine Zeitdauer von 1 Stunde.

Die Temperaturbehandlung bewirkt den Abbau der durch den Läpp- und Polierprozeß induzierten mechanischen Spannungen, die zur Ausbildung von Mikrorissen in der Glas- oder Glaskeramikbeschichtung und in der Folge auch in der Resinat-Widerstandsbahn führen könnte. Die Widerstandsbahn darf im Hinblick auf das schnelle Aufheizverhalten nur eine geringe Wärmekapazität besitzen. Dies wird einerseits 45 durch Auswahl einer Metallisierungsschicht mit einer geringen spezifischen Wärmekapazität bzw. durch Miniaturisierung der Widerstandsbahn erreicht. Zur Herstellung der Widerstandsbahn (103) wird eine AuPd- oder Au-Resinatpaste verwendet, wobei folgende Verfahrensschritte eingehalten werden.

- 50 ▪ Drucken der Resinatpaste mittels Siebdruckverfahrens auf die unbearbeitete oder geläppten und polierten Glas- oder Glaskeramikbeschichtung mit einer Schichtdicke von etwa 10µm.
- Trocknen der aufgedruckten Paste bei 150 °C über einer Zeitdauer von 10 Minuten.
- Brennen der Paste in einem Durchlaufofen bei 850 °C, wobei sich nach dem Brennzyklus eine Metallisierungsschichtdicke von etwa 0,1 µm ergibt.
- Strukturieren der Widerstandsbahn durch naßchemische Ätzverfahren oder durch Sputterätzen.
- 55 ▪ Der vorliegenden Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß der Widerstandswert der AuPd- oder Au-Resinatwiderstandsbahn durch Kontaktieren mit Dickschichtleiterpasten (104, 104') auf der Basis AgPd in Abhängigkeit des Pd-Gehalts gesteuert werden kann. Es sind hiebei folgende Prozeßschritte einzuhalten:

- Drucken der AgPd- oder PdAu-Dickschichtleiterpaste mittels eines Siebdruckverfahrens überlappend die Widerstandsbahn mit einer Schichtdicke von etwa 30µm.
- Trocknen der aufgedruckten Paste bei 150 °C über eine Zeitdauer von ca. 10 Minuten.
- Sintern der getrockneten Paste in einem Durchlaufofen bei einer Temperatur von 850 °C, wodurch sich für die Kontaktierung eine Schichtdicke von etwa 15µm ergibt.
- Tempern des Substrats bei einer hohen Temperatur, bevorzugterweise 850 °C über eine Zeitdauer von etwa 1 Stunde.

Durch das Tempern wird eine gezielte Veränderung und danach eine Stabilisierung des Widerstandswertes erreicht.

10 Auf die Dickschichtleiterbahnkontakte (104, 104') werden bei Bedarf Lötstopdämme (105, 105') mittels einer Glaspaste aufgebracht. Beim Anlöten von Drahtanschlüssen, sollen die Lötstopdämme ein Benetzen der Widerstandsbahn mit Lot und Flußmittel vermeiden, da dies zum Ablegieren bzw. zum Verschmutzen der Widerstandsbahn führen könnte. Für das Aufbringen des Lötstopdammes wird folgender Prozeßablauf eingehalten:

15 • Drucken einer Glaspaste mittels eines Siebdruckverfahrens als Stegstruktur auf die Leiterbahnkontakte mit einer Schichtdicke von etwa 40µm.

• Trocknen der aufgedruckten Paste bei 150 °C über eine Zeitdauer von ca. 10 Minuten.

• Sintern der getrockneten Paste in einem Durchlaufofen bei einer Temperatur von etwa 500 °C-600 °C, wodurch sich für die Kontaktierung eine Schichtdicke von etwa 25µm einstellt.

20 Die Erfindung ist nicht auf das oben genannte Ausführungsbeispiel beschränkt. Als Grundkörper (101) kann anstelle der Aluminiumoxidkeramik auch ein ferritischer hochtemperaturfester Stahl verwendet werden. Die Glaskeramiksicht (102) kann nicht nur im Siebdruckverfahren aufgebracht werden, sondern in Form einer "grünen" (ungebrannten) Keramikfolie auf den Grundkörper auflaminiert und anschließend gesintert werden. Auf das Aufbringen einer Glas/Glaskeramiksicht kann verzichtet werden, wenn als Grundkörper bereits eine Glaskeramik bzw. eine Keramik mit geringer Wärmeleitfähigkeit, wie beispielsweise Zirkonoxid oder Magnesiumoxid eingesetzt wird. Die Oberfläche muß jedoch gegebenenfalls geläppt und poliert werden, um eine Oberflächenrauhigkeit <0,1µm zu erzielen.

Patentansprüche

30 1. Heizelement (100) mit hoher Aufheizrate bestehend aus

- einem Grundkörper (101)
- einer strukturierten Widerstandsschicht (103), die auf einem Grundkörper (101) angeordnet ist,
- Kontaktfelder (104, 104'), die überlappend auf beiden Enden der Widerstandsbahn (103) angeordnet sind und
- stegförmigen Lötstopdämmen (105, 105'), die auf den Kontaktflächen (104, 104') aufgebracht sind, dadurch gekennzeichnet,
daß die Widerstandsbahn (103) eine AuPd- oder Au-Resinat-Schicht ist und daß die Widerstandsbahn (103) überlappenden Kontaktflächen (104, 104') aus einer AgPd- oder PdAu-Dickschichtleiterbahnmetallisierung bestehen.

40 2. Heizelement (100) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß der Grundkörper (101) aus 96% bis 99% Aluminiumoxid mit einem Restanteil an anderen Oxiden besteht.

45 3. Heizelement (100) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß der Grundkörper (101) aus einem hochtemperaturfesten Glas oder einer Glaskeramik oder einer Keramik mit geringer thermischer Wärmeleitfähigkeit wie beispielsweise Zirkonoxid besteht, dessen Oberflächenrauhigkeit bei Bedarf durch Läppen und Polieren <0,1µm gehalten wird.

50 4. Heizelement (100) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß auf den Grundkörper (101) eine Wärmebarriere (102) aufgebracht ist, bestehend aus einer Glas- oder Glaskeramikbeschichtung, deren Oberflächenrauhigkeit bei Bedarf durch Läppen und Polieren <0,1µm ist.

55 5. Heizelement (100) nach Anspruch 1 oder Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet,
daß der Grundkörper (101) aus einem hochtemperaturfesten kohlenstoffarmen chromhältigen Stahl besteht.

6. Verfahren zum Herstellen eines Heizelements (100) mit hoher Aufheizrate zum Zünden von Treibsäten mit einem Grundkörper (101), einer Wärmebarriere (102), einer strukturierten Widerstandsschicht mit oder ohne Einschnürung (103), die auf der Wärmebarriere (102) angeordnet ist, Kontaktflächen (104, 104'), die überlappend auf beiden Enden der Widerstandsbahn (103) angeordnet sind und stegförmigen Lötstopdämmen (105, 105'); die auf den Kontaktflächen (104, 104') aufgebracht sind, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

- Drucken der Glas- oder Glaskeramikpaste mittels eines Siebdruckverfahrens auf ein Aluminiumoxidkeramiksubstrat;
- Trocknen der aufgedruckten Paste;
- Sintern der getrockneten Paste;
- Wiederholen der ersten drei Prozeßschritte auf dem gleichen Substrat, bis die gewünschte Gesamtschichtdicke erreicht wird;
- Vorzugsweise Läppen und Polieren der Glas oder Glaskeramikbeschichtung bis die zulässige Oberflächenrauhigkeit erreicht ist;
- Temperi des Substrats, um die Ausbildung von Mikrorissen zu vermeiden;
- Drucken der AuPd- oder Au- Widerstandsresinatpaste mittels Siebdruckverfahrens auf die vorzugsweise geläppte und polierte Glas- oder Glaskeramikbeschichtung;
- Trocknen der aufgedruckten Paste;
- Brennen der Resinatpastenschicht;
- Strukturieren der Widerstandsschicht durch naßchemische Ätzverfahren oder Sputterätzen.
- Drucken der Leiterpaste mittels eines Siebdruckverfahrens überlappend die Widerstandsbahn;
- Trocknen der aufgedruckten Paste;
- Sintern der getrockneten Paste;
- Temperi des Substrats, um den Widerstandswert gezielt zu verändern und ihn danach zu stabilisieren;
- Drucken der Glaspaste mittels eines Siebdruckverfahrens als Stegstruktur auf die Leiterbahnkontakte;
- Trocknen der aufgedruckten Paste;
- Sintern der getrockneten Paste.

7. Verfahren zum Herstellen eines Heizelements (100) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß anstelle einer Glas- oder Glaskeramikpaste eine "grüne" (ungebrannte) Glaskeramikfolie verwendet wird, die durch Laminieren anstelle eines Siebdruckverfahrens auf das Aluminiumoxid- oder Stahlsubstrat aufgebracht wird.

8. Verfahren zum Herstellen eines Heizelements (100) nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß für die Widerstandsbahn eine AuPd-Resinatpaste verwendet wird, die 22Masse% Au und 1Masse%Pd enthält, wobei der Rest der Paste durch ein Organikum gebildet wird.

9. Verfahren zum Herstellen eines Heizelements (100) nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß für die Widerstandsbahn eine Au-Resinatpaste verwendet wird, die 12Masse% Au enthält, wobei der Rest der Paste durch ein Organikum gebildet wird.

10. Verfahren zum Herstellen eines Heizelements (100) nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß zum Kontaktieren der Widerstandsbahn eine AgPd- oder PdAu-Dickschichtleiterpaste mit einem Pd-Anteil zwischen 0 und 100Masse% verwendet wird, wobei der Rest auf Ag oder Au, ein Organikum, eine Glasphase und /oder oxidische Zusätze entfällt.

Hiezu 1 Blatt Zeichnungen

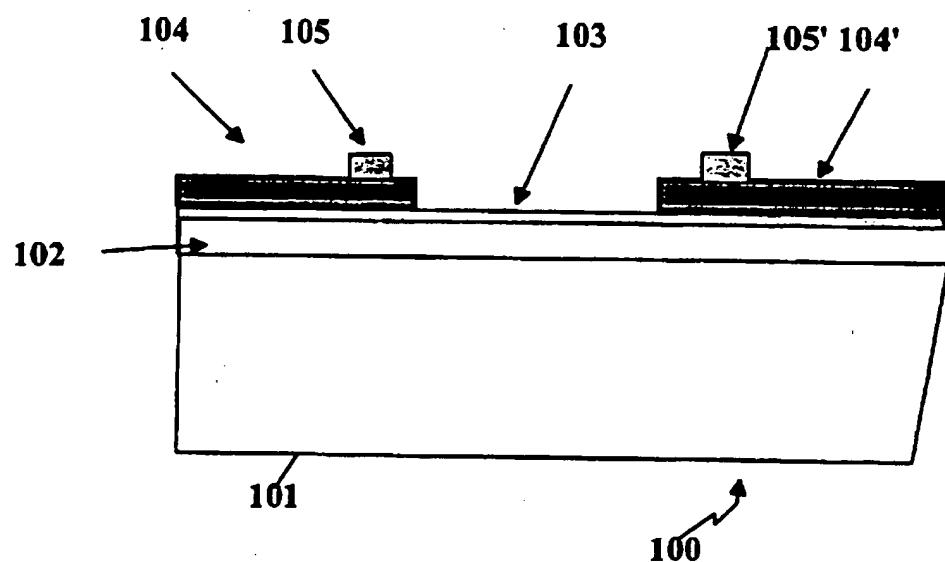


Fig.1